

# 1. Eksisterende forhold SAB Bellahøj

## Status for SAB2

Dato: 14.10.2022,  
Rev. 07.11.2022

### Indledning

Nærværende notat indeholder en status med tilhørende anbefalinger baseret på analyserne af bæreevnen af de eksisterende konstruktioner på SAB2 Bellahøj.

Notatet er et fælles notat hvor Svend Ole Hansen ApS har givet input vedrørende vindforhold, NIRAS vedrørende statiske beregninger og Rambøll har indgået i drøftelser om de statiske systemer, samt udført vurderinger og kontrol af input fra såvel Svend Ole Hansen ApS som NIRAS.

Notatet er en opsummering af de undersøgelser og beregninger, der er foretaget af SAB2 husene, i relation til stabilitet og vindforhold. Forhold der vil være gældende frem til totalrenoveringen af bygningerne er fuldført

Nærværende revision (07.11.2022) indeholder præciseringer som følge af gennemført kontrol (KS) udført af Rambøll den 30-10-2022. Indarbejdelse af kontrolkommentere i den bagvedliggende statiske dokumentation pågår.

## 1 Resume og anbefalinger

Svend Ole Hansen anbefaler, at der anvendes en returperiode på ca. 1 år som nedre grænse for hvilke vinde, der kan anvendes i forbindelse med en evakueringsplan. Lavere returperioder vil være uhensigtsmæssige som grundlag for en længerevarende evakueringsplan. Returperioden er den gennemsnitlige tid mellem overskridelser af den kritiske vindhastighed.

Status for analysearbejde og dokumentation for de eksisterende forhold for de bærende konstruktioner i bygningerne i SAB2 er, at der foreligger resultater for de kritiske vindhastigheder differentieret på vindretninger. Kontrol er gennemført og den heraf afledte opretning af dokumentationen pågår. Kontrolbemærkningerne ændrer ikke på den konklusion, der er udmeldt, idet der alene vil være mindre korrektioner i forhold til dokumentationen uden betydning for konsekvenserne af den angivne konklusion.

Bilag sidst i dette notat findes en detaljeret oversigt med resultater for de kritiske vindhastigheder differentieret på vindretninger med returperioder for bygningerne på hhv. 9, 11 og 13 etager.

Resultaterne gør, at bygninger på 11 og 13 etager har lavere returperioder end den af Svend Ole Hansen anbefalede nedre grænse for hvilke vinde, der kan anvendes i forbindelse med en evakueringsplan. Bygningerne på 9 etager har returperioder på ca. 1 år.

---

På denne baggrund anbefales følgende:

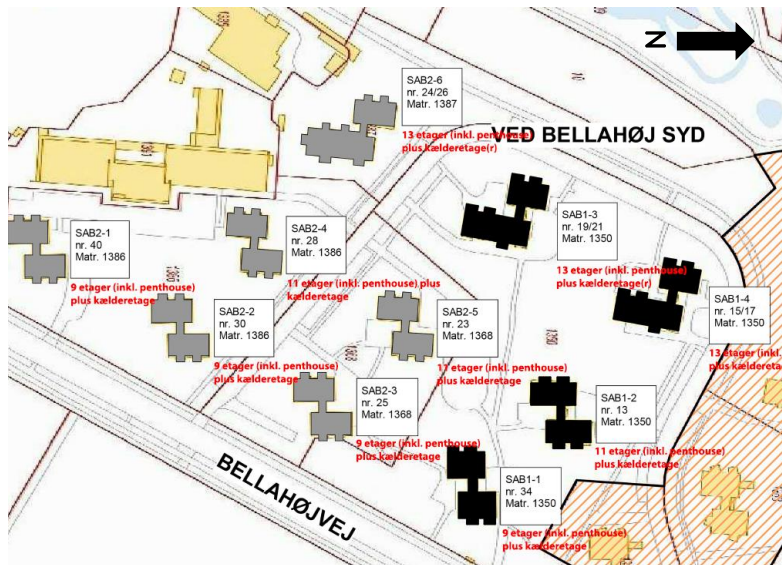
1. Varsling og evakuering for alle SAB2 bygningerne baseres øjeblikligt og fremadrettet på de nye vindhastigheder angivet i nærværende notat – herunder differentieres der på vindretninger i varslingen.
2. KAB vurderer, om det på baggrund af returperioden for kritisk vind på ca. 1 måned for bygningerne på 13 og 11 etager (1 hhv. 2 bygninger) er mest hensigtsmæssigt at rømme bygningerne.  
Ved denne vurdering og evt. fastlæggelse af rømningshastigheden vurderes blandt andet hensyn til beboerne, praktik, økonomi og risiko for evakueringer i rømningsperioden.  
Ved en evt. rømning etableres sikkerhedszoner omkring bygningerne som angivet i bilag 2.  
I perioden frem til bygningerne evt. rømmes, evakueres der i forhold til de vindhastigheder og vindretninger, som beskrevet under punkt 1.
3. For bygningerne på 9 etager analyseres mulighederne for at opnå en større returperiode ved en lokal stålafstivninger i kældrene.  
Proces med design og udførelse af forstærkningen igangsættes nu.  
I perioden under afklaring og frem til en evt. forstærkning af bygningerne er udført, evakueres der i forhold til de angivne vindhastigheder og vindretninger, som beskrevet under punkt 1. Herefter fastlægges nye værdier for vindhastigheder og vindretninger, der anvendes i forhold til evakuering frem til renovering har fundet sted.

De kritiske vindhastigheder for SAB2 har tidligere været skønnet ud fra dokumentation for SAB1, da der på det pågældende tidspunkt ikke forelå dokumentation for SAB2. Siden da er der udført vindtunnelforsøg og udført dokumentation for SAB2, som danner grundlag for fastlæggelsen af de nye kritiske vindhastigheder, retninger og returperioder.

Ændringerne i varslingsniveauet har ikke indvirkning på renoveringsprojektet, da dette dimensioneres for den fulde vindlast i henhold til vindtunnelforsøgene.

## 2 Grundlag for nærværende opgave

I forbindelse med udarbejdelse af renoveringsprojekt for SAB Bellahøj er der konstateret markante fejl i den oprindelige projektering af konstruktionerne. På baggrund af dette er der udarbejdet et betydeligt forstærkningsprojekt som en del af renoveringsprojektet. Landsbyggefonden bad en 3. part gennemgå projektet. I granskningsrapporten fra 3. part står blandt andet (citater): "*...bør give anledning til nogle overvejelser vedrørende bygningernes stabilitet, indtil de nødvendige forstærkninger er gennemført...*". På baggrund heraf har KAB igangsat en analyse af de eksisterende konstruktioner for perioden frem til renoveringen.



Figur 1 - Oversigtsplan for bygningerne i SAB2 (bygninger markeret med grå).

### 3 Status for SAB 2

I SAB 2 er der 1 blok på 13 etager, 2 blokke på 11 etager og 3 blokke på 9 etager. Hver blok består af to bygninger.

#### 3.1 Acceptabel returperiode ifm. evakuering

Svend Ole Hansen anbefaler, at der anvendes en returperiode på ca. 1 år som nedre grænse for hvilke vinde, der kan anvendes i forbindelse med en længerevarende evakueringsplan. Lavere returperioder vil være u hensigtsmæssige som grundlag for en evakueringsplan, idet det vil kunne munde ud i, at der for ofte må foretages evakuering.

Returperioden er den gennemsnitlige tid mellem overskridelser af den kritiske vindhastighed.

#### 3.2 Status for dokumentation af kritiske vinde og returperioder

Det er i forbindelse med en grundig statistisk analyse af SAB2 fundet, at de kritiske vindhastigheder er lave, dvs. et stykke under hvad de burde være. Med henblik på at opnå et så detaljeret resultat som muligt for returperioderne, er de kritiske vinde for alle vindretninger beregnet således, at evakuering kan baseres på en kombination af vindhastighed og -retning. Muligheden for at inddrage ekstraordinære stabiliserende bidrag til bæreevnen er også analyseret.

NIRAS har udarbejdet dokumentation for SAB2 for kritiske vindhastigheder differentieret på vindretninger.

Materialet er gennemgået på møder mellem Rambøll og NIRAS, og Rambøll har afsluttet deres formelle kontrol af materialet. Det vurderes ikke at kontrollen giver anledning til ændringer i de overordnede konklusioner.

På baggrund af de kritiske vindhastigheder for alle vindretninger, har Svend Ole Hansen beregnet returperioder.

Status er således, at der foreligger resultater for de kritiske vindhastigheder differentieret på vindretninger.

Bilag 1 som bilag 1 sidst i dette notat findes en detaljeret oversigt med resultater for de kritiske vindhastigheder differentieret på vindretninger.

---

Med resultaterne har bygninger på 11 og 13 etager lavere returperioder end den af Svend Ole Hansen anbefalede nedre grænse for hvilke vinde, der anvendes i forbindelse med en evakueringsplan, mens bygninger på 9 etager har returperioder på ca. 1 år.

De gennemførte statistiske beregninger er dels baseret på anvendelse af optimerede vindbelastninger, der er fundet ved vindtunnelforsøg, dvs. de faktiske vinde der optræder i området, og dels baseret på alment anerkendte beregningsmetoder for beregning af bæreevnen af den pågældende konstruktionstype. Ved beregningen er alle relevante forhold, der kan bidrage til bæreevnen, vurderet, optimeret og inddraget i det omfang forholdet har kunnet dokumenteres. Nogle bidrag, der muligvis kan bidrage til bæreevnen, er udeladt da der ikke er tilstrækkelig dokumentation for de pågældende forhold. Dette kan eventuel tilvejebringes, men det vil være omfangsrigt og fordrer en del tid. Ligeså vil der kunne gennemføres mere avancerede computerberegninger, hvilket er undersøgt, der muligvis kan lede til en øget bæreevne, men sådanne beregninger vil være urealistiske store i såvel omfang som tid.

### **3.3 Potentielle muligheder for at øge returperioderne**

I den følgende beskrives potentielle muligheder for at hæve de nuværende kritiske vinde og returperioder, ved enten at forstærke konstruktioner med stål eller tage facader i regning.

#### **3.3.1 Lokal stålafstivning i kældere**

Med udgangspunkt i den foreløbige dokumentation vurderes det muligt, ved at udføre en lokal stålafstivning i kælderne, at forbedre stabiliteten af bygningerne.

Stålafstivningen kan øge returperioderne for bygningerne på 9 etager til et niveau, der bliver større end 1 år.

Afstivningerne vil ikke være tilstrækkelige til at øge returperioden for bygningerne på 11 og 13 etager, så returperioden for de kritiske vinder bliver større end 1 år.

Forslaget til forstærkning er belyst på et skitse-mæssigt niveau, hvorfor der udestår en detaljering af løsningen.

Det vurderes, at det vil tage nogle måneder at etablere forstærkningen – inkl. projektering og udførelse. Økonomien for dette tiltag vurderes at være beskeden set i relation til omkostninger ved gentagne evakueringer eller rømning. Efter en indledende præcisering af løsningen vil det efter ca. en måned være muligt at lave et økonomiover-slag for tiltaget.

#### **3.3.2 Indregning af facader i det stabiliserende system**

I det oprindelige bygningsdesign for SAB2 er bygningernes facader udført som etagevis ophængte betonelementer, der ikke indgår i bygningernes stabiliserende system. Kontakten mellem betonelementerne er i det oprindelige projekt-materiale beskrevet som bløde fuger, der gør at der ikke kan overføres kræfter mellem betonelementerne.

Det er konstateret, at der mellem facadeelementerne i et ukendt omfang er en mørtelfuge, som ikke er en del af det oprindelige bygningsdesign. Kvaliteten – herunder styrken og udbredelsen af mørtelfugerne er ukendt. Hvorfor mørtelfugen er der vides ikke, men den kan have fungeret som en midlertidig understøtning for betonelementerne indtil disse var monteret som beskrevet i projekt-materialet.

Det vil måske være muligt at øge bygningernes stabiliserende system/bæreevne ved i et omfang at medregne facaderne inkl. udfyldt fuge. Dette vil dog kræve, at der kan skabes tilstrækkelig dokumentation for, at dette er acceptabelt.

Det vurderes, at denne dokumentation skal indeholde et højt antal observationer og destruktive prøvetagninger på stedet, der kan anvendes for prøvning, således at der kan etableres et tilstrækkeligt statistisk grundlag for fastlæggelse

---

af mørtelens styrke. Desuden skal der tilvejebringes en tilstrækkelig statistisk viden om fugernes udbredelse, fx i forhold til fugernes faktiske bredder og længder.

Det er uvist, om det vil være muligt at tilvejebringe denne dokumentation, og det er uvist om denne mulighed i sidste ende vil kunne øge bygningernes stabiliserende bæreevne og dermed øge de kritiske vinde og returperioder. Sandsynligheden vurderes at være lille.

Det vurderes at tage nogle måneder at undersøge og dokumentere denne mulighed. Efter indledende undersøgelser og analyser vil det efter ca. to måneder være muligt at lave et økonomioverslag for tiltaget.

Alternativ til ovenstående undersøgelser af eksisterende mørtelfuge kan det vurderes, om det er en bedre og en brugbar løsning, at etablere/udskifte mørtelfugen under udvalgte facadeelementer med en ny fuge.

## BILAG 1

### Kritiske vindhastigheder, vindretninger og returperioder for bygningerne på hhv. 9, 11 og 13 etager (SAB2)

#### 9 etagers bygninger SAB2

Evakueringen af de tre 9-etagers SAB2 bygninger anbefales på basis af efterfølgende angivne 10-minutters middelvindhastigheder. Returperioden for disse hastigheder er af størrelsesordenen 1 år. Der vil kunne forekomme små justeringer af varslingshastigheder i forbindelse indarbejdelse af bemærkninger fra kontrol, men det vil ikke ændre returperioden.

N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
~15 m/s	~14 m/s	~16m/s	~15 m/s	~14 m/s	~14 m/s	~16 m/s	~21 m/s
Storm	Stormende kuling	Storm	Storm	Stormende kuling	Stormende kuling	Storm	Orkan

Betegnelserne i ovenstående tabel refererer til de optrædende vindstød.

#### 13 etagers bygning og 11 etagers bygninger SAB2

For den 13-etagers bygning og de to 11-etagers SAB2 bygninger anbefales evakueringsvindhastighederne at være ca. 12 m/s svarende til hård kuling. Returperioden er i størrelsesordenen 1 måned.

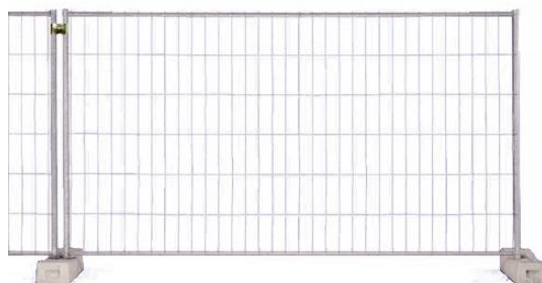
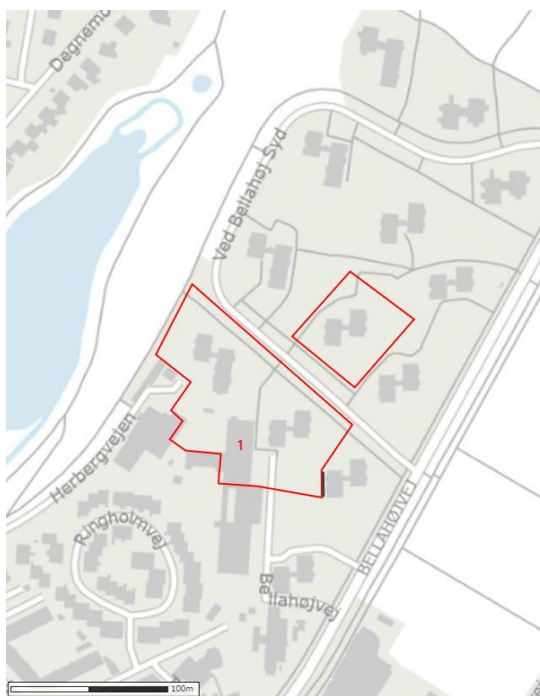
## BILAG 2

### Sikkerhedszone

NIRAS' notat "Sikkerhedszoner ved kollaps" af 26. april 2022 beskriver forhold omkring sikkerhedszoner i det tilfælde, at vindpåvirkningen overskrider bygningernes kapacitet. Med udgangspunkt heri defineres sikkerhedszonen for området omkring 13 og 11 etagers bygningerne i SAB2 som følger.

Sikkerhedszonen for de pågældende bygninger er ca. 30 meter.

Et forslag til placering af afspærring og afskærmning af de nærmeste facader på naboejendomme fremgår af følgende figur. Bemærk at børnehaven Bellahøjvej 42A og 42B ligger inden for den afspærrede zone, hvorfor denne må evakueres sammen med øvrige bygninger. Et utilsigtet kollaps vil endvidere medføre en støvsky, der ikke vil begrænse sig til de angivne sikkerhedszoner.



Figur – Princip for placering af hegn og forslag til hegnstyper. Rød streg angiver trådhegn, mens sort angiver et afstivet pladehegn. Endelig placering skal detailfastlægges på stedet.

Børnehaven Bellahøj, Bellahøjvej 42A og 42B (1) ligger inden for den foreslåede afspærring.